

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-69652

(43)公開日 平成6年(1994)3月11日

(51)Int.Cl.⁵
H 05 K 3/46

識別記号 庁内整理番号
N 6921-4E
L 6921-4E
T 6921-4E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全8頁)

(21)出願番号 特願平4-219512

(22)出願日 平成4年(1992)8月19日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 横川 栄

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 長谷川 真一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

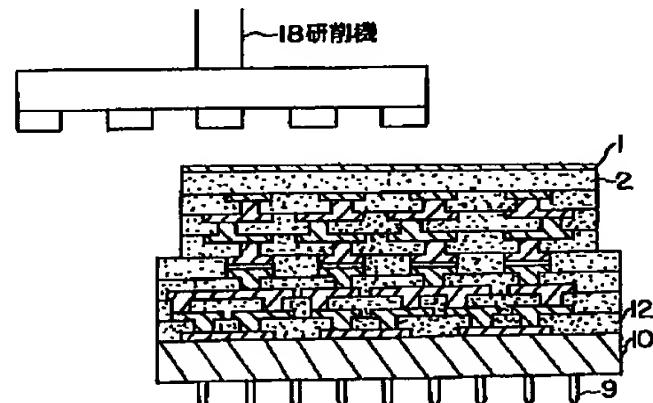
(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54)【発明の名称】 ポリイミド多層配線基板およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は、多層プリント板の高多層化による配線密度の低下と、製造歩留まりの低下及びリードタイムの長期化等を解決するポリイミド多層配線基板の製造方法を提供する。

【構成】 ポリイミド多層配線層を有する多層配線基板において、ポリイミド多層配線層を形成したガラス平板1と、ポリイミド多層配線層を形成したセラミック基板10とを、加圧、加熱条件下において貼り合わせる。この時、両積層体表面に形成した接続用バンプ8とヴィアホール17同士も接着する。そして、ガラス平板1を研削機で削り、エッチング液で短時間で溶かすことにより、高密度多層配線基板を短いリードタイムで形成できる。また、エッチング液に浸す時間も短いため、配線への影響も軽減できる。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを基材上に積層したポリイミド多層配線層の最上層がポリイミド樹脂で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続をする複数の第一金属電極を有する第一積層構造体と、

少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを硬質な平板上に積層したポリイミド多層配線層の最上層が接着剤層で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続を行う複数の第二金属電極を有する複数の第二積層構造体とを備え、

前記第一積層構造体上には、一つの前記第二積層構造体が面合わせされ、前記最上層同士が接着すると共に、前記第一、第二金属電極が接合して前記一つの第二積層構造体が前記第一積層構造体に電気的に接続され、前記一つの第二積層構造体の前記硬質な平板が除去され、その平板除去後の最上ポリイミド層にヴィアホールと、内部配線層と接続する金属電極とが形成されて、他の前記第二積層構造体が同様にして順次重ねて接着されていることを特徴とするポリイミド多層配線基板。

【請求項2】前記硬質な平板がアルミニウムまたはアルミナまたはシリコンまたはガラスの何れかであり、前記基材がセラミックまたはガラスセラミックまたは硬質有機樹脂基板または絶縁材で表面を覆った金属板の何れかであることを特徴とする請求項1記載のポリイミド多層配線基板。

【請求項3】前記接着剤層は、ガラス転移点を有するポリイミド樹脂または溶融硬化型のマイレイト樹脂または溶融型のフッ素系フィルムであることを特徴とする請求項1または2記載のポリイミド多層配線基板。

【請求項4】少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを基材上に積層したポリイミド多層配線層の最上層がポリイミド樹脂で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続をする複数の第一金属電極を有する第一積層構造体を形成し、

少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを硬質な平板上に積層したポリイミド多層配線層の最上層が接着剤層で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続をする複数の第二金属電極を有する複数の第二積層構造体を形成し、

前記第一金属電極と第二金属電極とを位置合わせて前記第一積層構造体、一つの前記第二積層構造体の最上層同士を面合わせした後、加圧加熱して前記最上層同士を接着すると共に、前記第一、第二金属電極を接合して前記第一積層構造体、前記一つの第二積層構造体同士を電気的に接続し、

接着後の前記一つの第二積層構造体の前記硬質な平板を薄く残るように除去した後、残った硬質な平板をエッティング液で溶解剝離して露出した最上ポリイミド層にヴィアホールと、内部配線層に接続する金属電極とを形成

し、さらに他の前記第二積層構造体を同様にして順次重ね合わせ接着することを特徴とするポリイミド多層配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、セラミック基板等上に多層配線層を形成する際、層間絶縁にポリイミド樹脂を使用したポリイミド多層配線基板及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】LSIチップを搭載する配線基板として、従来から多層プリント配線基板が使用されてきた。多層プリント配線基板は、銅張積層板をコア材に、プリプレグをコア材の接着剤として構成され、コア材とプリプレグを交互に積層し熱プレスを使用して一体化する。積層板間の電気的接続はコア材とプリプレグを一体化した後、ドリルによって貫通スルーホールを形成し、貫通スルーホール内壁を銅メッキすることによって行われる。

【0003】また近年、多層プリント配線基板より高配線密度が要求される大型コンピュータ用配線基板として、セラミック基板上にポリイミド樹脂を層間絶縁に使用した多層配線基板が使用されてきている。このポリイミド・セラミック多層配線基板の製造工程は、セラミック基板上にポリイミド前駆体ワニスを塗布、乾燥し、この塗布膜にヴィアホールを形成するポリイミド樹脂絶縁層形成工程と、フォトリソグラフィー、真空蒸着及びメッキ法を使用した配線層形成工程とからなり、この一連の工程を繰り返すことにより、ポリイミド多層配線層の形成を行っていた。

【0004】また、上述したポリイミド・セラミック多層配線基板の形成方法とは別にポリイミドシート上に配線パターンを形成し、そのシートをセラミック基板上に位置合わせを行って順次、加圧積層を行い多層配線基板の形成を行う方法もある。

【0005】この方法は、信号層をシート単位で形成するため、欠陥の無いシートを選別して積層することが可能となり、上述した逐次積層方法より製造歩留まりを上げることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述した製造方法による多層プリント配線基板は、積層板間の電気的接続をドリル加工で形成した貫通スルーホールで行うため、微細な貫通スルーホールの形成は不可能であり、そのためスルーホール間に形成することができる配線本数が限られてくる。また、一つの積層板間の接続に一つの貫通スルーホールが必要となり、積層数が増えるほど信号配線収容性が低下し、高配線密度の多層プリント配線基板を形成することが困難になってくるという欠点がある。

【0007】また、上述した従来の多層プリント配線基板の欠点を補うために、最近開発されたポリイミド・セラミック多層配線基板の製造方法は、ポリイミド絶縁層の積層数と同じ回数だけ、セラミック基板上にポリイミド前駆体ワニスの塗布、乾燥、ヴィアホールの形成及び、キュアの各工程を繰返し行う必要がある。そのため、多層配線基板の積層工程に非常に時間がかかる。また、ポリイミド絶縁層の形成工程が繰返し行われるため、多層配線層の下層部分のポリイミド樹脂に加わるキュア工程の熱ストレスが累積し、このため、ポリイミド樹脂が劣化していくという欠点がある。さらにこのポリイミド多層配線層は逐次積層方式であるため製造歩留まりの向上が困難である、という欠点がある。

【0008】この製造歩留まりを向上させる方法として開発されたシート単位の積層方式も、一層ずつ順次加圧積層を行うため、高多層になるほど下層部分のポリイミド樹脂に加わる熱ストレスが累積してポリイミド樹脂の劣化が起きるという欠点と、基板製作日数が長いという欠点が改善されていない。

【0009】また上記欠点を改善するために、ポリイミド多層配線層の構造を、複数の配線層を含んだ積層体を一つのブロックとし、張り合わせるたびにバイレックスガラス等の基材をフッ酸などのエッティング液で随時溶かしていく方法も考えられるが、基材を溶かすために長時間、エッティング液に漬けておく必要があり、エッティング液により配線が侵されてしまう虞がある。

【0010】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解決して、積層体を支持する基板を容易に剥離して、従来の逐次積層方式に比べ、非常に短い製造時間で、高多層高配線密度のポリイミド多層配線基板を形成できるポリイミド多層配線基板及びその製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明のポリイミド多層配線基板は、少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを基材上に積層したポリイミド多層配線層の最上層がポリイミド樹脂で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続をする複数の第一金属電極を有する第一積層構造体と、少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを硬質な平板上に積層したポリイミド多層配線層の最上層が接着剤層で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続を行う複数の第二金属電極を有する複数の第二積層構造体とを備え、前記第一積層構造体上には、一つの前記第二積層構造体が面合わせされ、前記最上層同士が接着すると共に、前記第一、第二金属電極が接合して前記一つの第二積層構造体が前記第一積層構造体に電気的に接続され、前記一つの第二積層構造体の前記硬質な平板が除去され、その平板除去後の最上層ポリイミド層にヴィアホールと、内部配線層と接続する

金属電極とが形成されて、他の前記第二積層構造体が同様にして順次重ねて接着されていることを特徴とする。

【0012】上記課題を解決するための本発明のポリイミド多層配線基板の製造方法は、少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを基材上に積層したポリイミド多層配線層の最上層がポリイミド樹脂で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続をする複数の第一金属電極を有する第一積層構造体を形成し、少なくとも一つの配線層と層間絶縁材料であるポリイミド層とを硬質な平板上に積層したポリイミド多層配線層の最上層が接着剤層で、しかもこの最上層に内部の前記配線層と電気的接続をする複数の第二金属電極を有する複数の第二積層構造体を形成し、前記第一金属電極と第二金属電極とを位置合わせして前記第一積層構造体、一つの前記第二積層構造体の最上層同士を面合わせした後、加圧加熱して前記最上層同士を接着すると共に、前記第一、第二金属電極を接合して前記第一積層構造体、前記一つの第二積層構造体同士を電気的に接続し、接着後の前記一つの第二積層構造体の前記硬質な平板を薄く残るように除去した後、残った硬質な平板をエッティング液で溶解剥離して露出した最上層ポリイミド層にヴィアホールと、内部配線層に接続する金属電極とを形成し、さらに他の前記第二積層構造体を同様にして順次重ね合わせ接着することを特徴とする。

【0013】また、前記硬質な平板が、アルミニウムまたはアルミナまたはシリコンまたはガラスの何れかであってもよく、さらに前記基材が、セラミックまたはガラスセラミックまたは硬質有機樹脂基板または絶縁材で表面を覆った金属板の何れかであってもよい。さらにもまた、前記第一、第二積層構造体の少なくとも一方の最上層が、溶融硬化型のマイレイト樹脂または溶融型のフッ素系フィルムからなる接着剤層であってもよい。

【0014】

【作用】本発明は、ポリイミド多層配線層を有するポリイミド多層配線基板において、ポリイミド多層配線を形成したポリイミド多層配線層の接着剤層と、やはりポリイミド多層配線層を形成したセラミック基板上のポリイミド配線層の表面とを位置合わせを行って重ね合わせた後、加圧・加熱すると、ポリイミド多層配線を形成したポリイミド多層配線層の接着剤面とセラミック基板上に形成したポリイミド多層配線層のポリイミド面とがその加熱、加圧によって接着し、同時に各最上面にある金属バンプ同士がその加熱、加圧によって接着し、積層構造体間が電気的に接続されるように作用する。次に、ポリイミド多層配線層を形成するときに使用した支持基板の平板を表面と平行な方向に薄く除去し、残った薄い平板をエッティング液を用いて、溶解・剥離し、新たなポリイミド多層配線層を重ね加圧、加熱して接着することで、多層基板を簡易に製造できる。

【実施例】次に本発明の実施例について図面を参照しつつ以下に説明する。

【0016】図1～図18は、本発明のポリイミド多層配線基板の製造方法の実施例を工程順に図示したものである。本実施例のポリイミド多層配線基板は、配線層間絶縁厚を20μm、信号線幅25μm、信号線膜厚10μmとしたものであり、層間絶縁層材料であるポリイミド樹脂には、低熱膨張率感光性ポリイミドを用いる。但し接着層にはガラス転移点を有するポリイミド樹脂を、配線金属には金を使用している。

【0017】初めに、厚さ2mmのバイレックスガラスの平坦な板（以下ガラス平板1と略す）上に一組の信号配線層と、一つの接地及び接続層を以下のプロセスで形成する。

（1）図1に示すように、ガラス平板1上に低熱膨張率タイプのポリイミド2を用いて、べた層を形成する。

（2）図2に示すように、接地及び接続配線層3をフォトマスクを用いたフォトリソグラフィーでパターン化し、電解金メッキを行い形成する。

（3）図3に示すように、上記プロセス（2）後のガラス平板1上に、感光性ポリイミドワニス4を塗布し、露光・現像を行って所定の位置にヴィアホール5を形成し、キュアを行う。

（4）図4に示すように、一組の信号配線層6を層間絶縁に感光性ポリイミドを使用して形成する。形成方法は、上記プロセス（2）の接地及び接続層を形成した方法で形成し、プロセス（3）の絶縁層を形成した方法で信号層間絶縁層を形成する。

（5）図5に示すように、上記プロセス（4）の処理で形成した上層の信号配線層6上に感光性ポリイミドワニスを塗布し、露光・現像を行い所定の位置にヴィアホール7を形成し、キュアを行う。

（6）図6に示すように、上記プロセス（5）で必要層数を形成した多層配線層の最上層に、以下のプロセス

（7）～（13）によって形成する多層配線層と、電気的接続を行う位置に金属電極である接続用バンプ8を形成する。このバンプ8はフォトマスクを使用したフォトリソグラフィーでパターン化し、電解金メッキで形成する。ここでのメッキ厚は金10μmである。このようにして第一の積層構造体30を形成する。

【0018】次に、上記とは別にセラミック基板10上に一組の信号配線層とそれを挟む一組の接地及び接続層を以下の様に形成する。

（7）図7に示すように、入出力信号ピン及び電源ピン9がセラミック基板10の裏面に設けてあって、このセラミック基板10上に接地及び接続配線層11をフォトマスクを用いたフォトリソグラフィーでパターン化し、電解金メッキを行って形成する。

（8）図8に示すように、感光性ポリイミドワニス12を上記プロセス（7）で形成した接地及び接続配線層11

1上に塗布し、露光・現像を行い所定の位置にヴィアホール13を形成し、キュアを行う。

（9）図9に示すように、一組の信号配線層14と感光性ポリイミドを使用した層間絶縁層を形成する。形成方法は、上記プロセス（2）で用いた、接地及び接続配線層3を形成した方法で信号配線層14を形成し、さらに上記プロセス（3）で用いた絶縁層形成方法で信号層間絶縁層を形成する。

（10）図10に示すように、感光性ポリイミドワニスを信号配線14最上層の上に塗布し、露光・現像を行い所定の位置にヴィアホール15を形成し、キュアを行う。

（11）図11に示すように、第二接地及び接続層16を上記プロセス（7）で用いた方法で、上記プロセス（10）で形成した感光性ポリイミドワニス上に形成する。

（12）図12に示すように、第二接地及び接続層16上に、上記プロセス（8）と同じように上記積層構造体30との電気接続用の金属電極であるヴィアホール17を備えるポリイミド層を形成し、積層構造体31を形成する。

（13）上記プロセス（1）～（6）で形成した積層構造体30の接続用バンプ8を有するポリイミド層と、上記プロセス（7）～（12）で形成した積層構造体31の最上層に形成したヴィアホール17を有するポリイミド層とを位置合わせを行って重ね合わせ、加圧すると共にポリイミド樹脂のガラス転移点を越える温度まで加熱する。この加圧と加熱によって積層構造体30の最上層ポリイミド層と、積層構造体31の最上層ポリイミド層とが接着、固定される。このポリイミド層の相互接着と共に、形成したヴィアホール17と接続用金属バンプ8とが加熱による溶着で接合され、二つの積層構造体30、31が電気的に接続される。加圧及び加熱方法はオートクレーブ型真空プレス装置を使用し、加圧気体は窒素ガスを使用し、加圧は基板温度で350℃、60分で、1.4kg/cm²で行う。またこのとき、基板はアラテン上に置かれ、ポリイミドフィルムを用いて密封して内部を真空状態にしている。

（14）このようにして二つの積層構造体30、31を接着し、図14に示すように、さらにガラス平板1を約100μm残して研削機18で削る。

（15）図15に示すように、上記プロセス（14）で残したガラス平板1をフッ酸（HF）で溶解、剥離し、露出した低熱膨張ポリイミド2にドライエッチングプロセスを行い、所定の位置にヴィアホール19を形成する。

（16）図16に示すように、形成したヴィアホール19内にプロセス（2）と同じ方法で、金属電極である金バンプ20を形成する。

（17）図17に示すように、上記金バンプ20の上

に、プロセス(10)と同じようにしてヴィアホール21を備えるポリイミド層32を形成して積層構造体33を作る。図18に示すように、さらにこの積層構造体33の上に、上記プロセス(1)～(6)で形成した別の積層構造体34を上記プロセス(13)と同じ方法でヴィアホール21と接続用バンプ8とを位置合わせて重ね合わせ接着する。さらに必要ならば、プロセス(14)～(17)を再度新たに重ね合わせた積層構造体34のガラス平板1に行い、別の積層構造体30を重ね合わせ、必要な配線層数になるまで、順次重ね合わせる。

【0019】上記実施例における積層構造体30、31の重ね合わせの際の各構造体30、31の電気的接続を行うのに、接続用バンプ8とヴィアホール17、21とを用いたが、図17における、ヴィアホール17中に金属電極である金すずホールを形成し、この金すずホールと接続用バンプ8とを接合するようにしてもよい。この金すずホールと接続用バンプ8とを用いて積層構造体30、31の重ね合わせ接合での加圧及び加熱方法は上記プロセス(13)と同じように、加圧気体に窒素ガスを用いたオートクレーブ型真空プレス装置を使用し、加圧は基板温度250℃までは3kg/cm²、基板温度250℃から350℃までは14kg/cm²で行う。なお、金すずホールの形成方法は、フォトレジストを用いたフォトリソグラフィーでパターン化し、フォトレジストをマスクとして埋込み印刷で行う。さらにまた、金すずホールの他に金属パッド上にハンダ層を形成して、このハンダ層と接続用バンプ8とを接合するようにしてもよい。

【0020】また、上記積層構造体30のガラス平板1の代わりにアルミニウム、アルミナ、シリコン等を用いてもよい。例えばアルミニウム平板を用いた場合、上記プロセス(14)の研削機18による研削に代わって、切断機を用いて基板面と平行な方向に切断して、約50μmの厚みを有するアルミニウム部分を残す。そしてエッティング液として塩酸(HCl)を用いてこの残存アルミニウム平板を除去し、ポリイミド2を露出させ、プロセス(15)以下の処理を行って積層構造体33を形成するようにしてもよい。このようにして必要な積層数になった積層構造体33のヴィアホール21に金すずホールを形成し、この上にLSI接続用パッドを形成してもよい。LSI接続用パッド形成方法は上記プロセス(2)で接地及び接続層3を形成した方法と同様である。なお上記アルミニウム平板1の切り残す部分の厚さを50μmとしたが、この値は基板の反り量と切断精度とに応じて定めた値であって、切断精度が高く、反り量が小さければこれ以下であっても、逆にこれ以上であってもかまわないが、本発明による効果を有効なものとするためには少なくとも200μm以下の厚みであることが望ましい。

【0021】セラミック基板10についても、他にガラスセラミック、ホーロ引き鉄板あるいは硬質有機樹脂基

板、例えば、ポリイミド樹脂の形成基板なども使用することができる。この場合、入出力ピン9は、ポリイミド樹脂成形基板に貫通スルーホールを形成し、入出力ピン9を打ち込んで形成する。このポリイミド樹脂成形基板を使用したポリイミド多層配線基板は、土台となるポリイミド樹脂成形基板と配線層を有するポリイミド多層配線層の熱膨張係数を正確に合わせることが可能であり、特に大面積高積層配線基板の製造に適している。しかし、使用するポリイミド樹脂と基板との熱膨張係数はできるかぎり互いに近いものを選択するのが望ましい。本実施例のようにバイレックスガラスを用いる場合にはポリイミド樹脂の熱膨張係数として10⁻⁶Deg⁻¹以下であることが望ましい。

【0022】さらにまた、上記に示した金属配線材料には銅などの低抵抗金属を使用することもできる。接着層の材料としては、本実施例のポリイミド層の他に溶融硬化型のマレイミド樹脂、溶融型のフッ素系フィルム、例えばPFA(フッ化エチレンとパーカルオロアルキルバーフルオロビニルエーテル共重合体)などが使用できる。積層構造体30、31の重ね合わせ接着において、少なくとも一方の最上表面に接着剤を塗布して、接着面の凹凸の影響を軽減するようにしても良い。

【0023】以上説明したように、別々に形成したポリイミド積層構造体を互いに重ね合わせ接着し、一方の積層構造体の基台を研削若しくは切断した後エッティングで剥離し、さらに他の積層構造体を重ね合わせて、高積層の高配線密度ポリイミド多層配線基板を作るようとしたので、より製造歩留まりの改善と、製作日数の短期化と、エッティング液による配線侵食を防止できる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のポリイミド多層配線基板製造方法を用いると、重ね合わせた積層構造体の支持基材であるアルミニウム、ガラス、シリコン等の平板を研削機または切断機によって研削、切断し、その後エッティング液で剥離したので、積層体を支持する基板を容易に剥離することができる。従って、従来の逐次積層方式に比べ、非常に短い製造時間で、高多層高配線密度のポリイミド多層配線基板を形成できるという効果がある。

【0025】また、ガラス等の基材をフッ酸などの溶液に浸漬する時間を極めて短くできるので、溶液によって配線が侵されることを防止でき、より信頼性の高い配線基板を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である積層構造体30の製造工程図である。

【図2】本発明の一実施例である積層構造体30の製造工程図である。

【図3】本発明の一実施例である積層構造体30の製造工程図である。

【図4】本発明の一実施例である積層構造体30の製造工程図である。

【図5】本発明の一実施例である積層構造体30の製造工程図である。

【図6】本発明の一実施例である積層構造体30の製造工程図である。

【図7】本発明の一実施例である積層構造体31の製造工程図である。

【図8】本発明の一実施例である積層構造体31の製造工程図である。

【図9】本発明の一実施例である積層構造体31の製造工程図である。

【図10】本発明の一実施例である積層構造体31の製造工程図である。

【図11】本発明の一実施例である積層構造体31の製造工程図である。

【図12】本発明の一実施例である積層構造体31の製造工程図である。

【図13】本発明の一実施例である積層構造体33の製造工程図である。

【図14】本発明の一実施例である積層構造体33の製造工程図である。

【図15】本発明の一実施例である積層構造体33の製造工程図である。

【図16】本発明の一実施例である積層構造体33の製造工程図である。

【図17】本発明の一実施例である積層構造体33の製造工程図である。

【図18】本発明の一実施例の製造工程図である。

【符号の説明】

1, 9, 22 ガラス平板

10 2 ポリイミド

3 接地及び接続配線層

4, 12 感光性ポリイミドワニス

5, 7, 13, 15, 17, 19, 21 ヴィアホール

6, 14 一組の信号配線層

8 接続用バンプ

9 入出力信号ピン及び電源ピン

10 セラミック基板

11 第一接地及び接続配線層

16 第二接地及び接続配線層

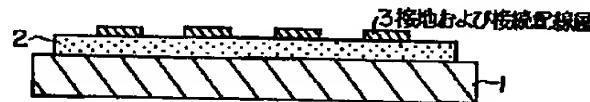
20 18 研削機

20 金バンプ

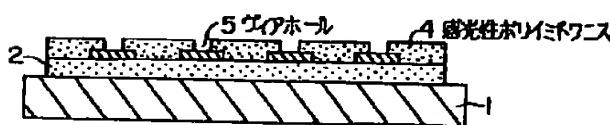
【図1】



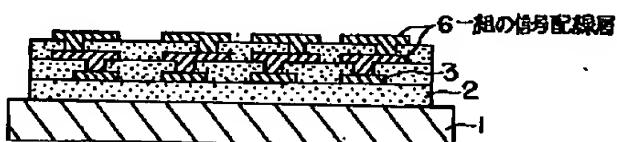
【図2】



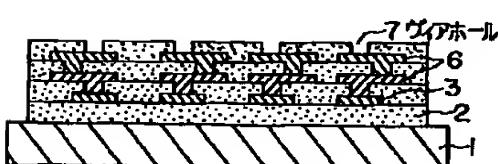
【図3】



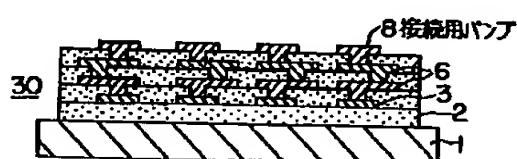
【図4】



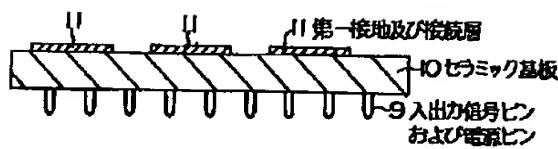
【図5】



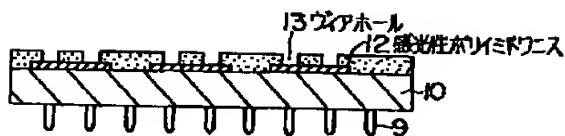
【図6】



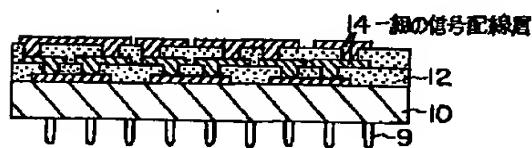
【图7】



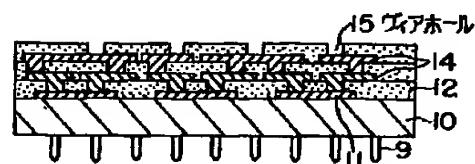
〔図8〕



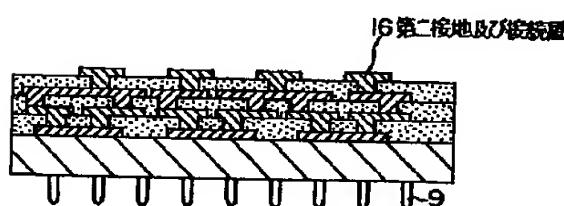
【図9】



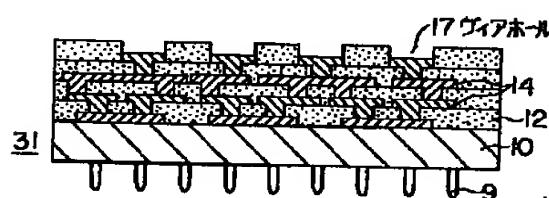
[图10]



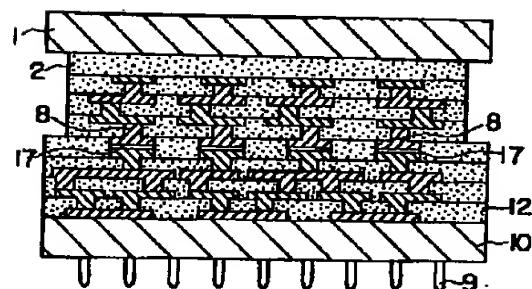
【图11】



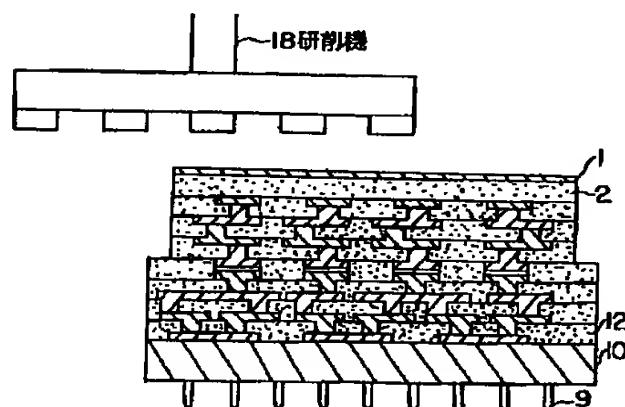
【図12】



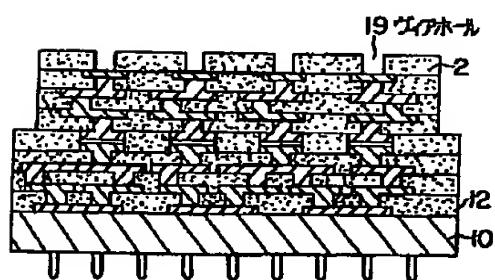
〔図13〕



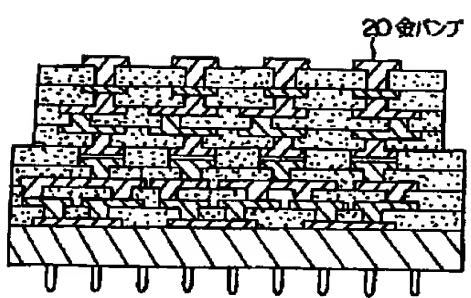
【图14】



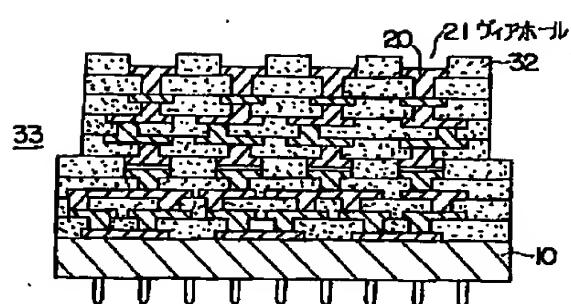
[図15]



【図16】



【図17】



【図18】

